

Zukünftige Anforderungen an die Absicherung von Antrieben



AUTOR



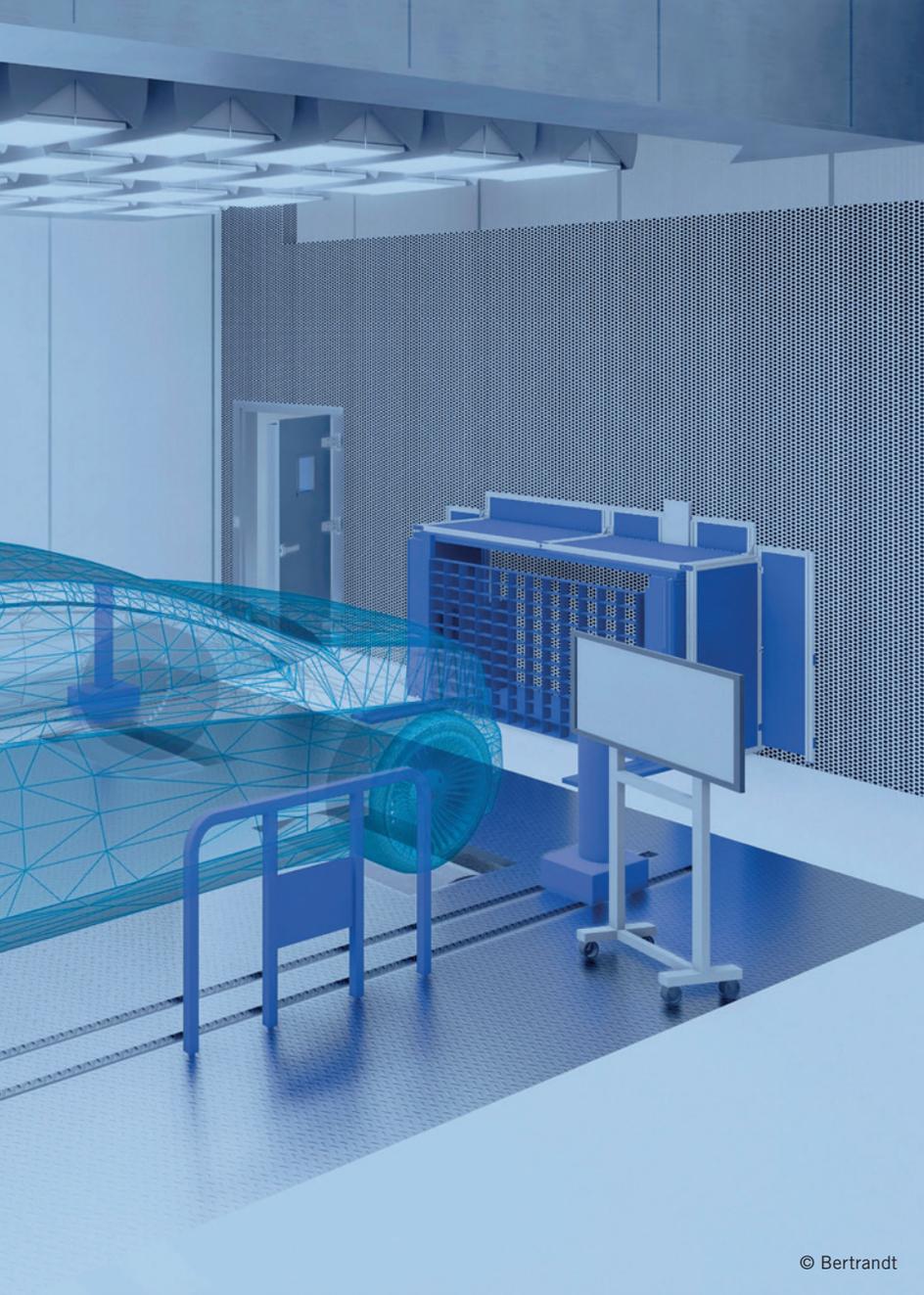
Christian Eberle

ist Senior Account Manager bei der Bertrandt AG in Ehningen.

Neue Methoden wie der Einsatz von Mechatronik, Elektronik und Software erhöhen in der Antriebsentwicklung die Komplexität bei Erprobung, Freigabe- und Absicherungsprozessen. Ebenso wird die Entwicklung neuer Technologien durch umweltpolitische Vorgaben beschleunigt. Bertrandt erfüllt die dafür notwendigen Prozesse und das Testmanagement in den neuen Powertrain Solution Centern.

Bei den aktuellen Ausrichtungen der Fahrzeughersteller scheint es zukünftig nur wenige Neuentwicklungen des klassischen Verbrennungsmotors zu geben. Aktuell und auch über 2025 hinaus ist ein Trend zu einer zunehmenden Antriebsvielfalt deutlich. Mit batte-

rielektrischen, hybriden, brennstoffzellenelektrischen und verbrennungsmotorischen Antrieben verfolgen Hersteller viele Konzepte gleichzeitig. Der moderne Verbrennungsmotor wird uns dabei in der einen oder anderen Form noch lange begleiten. Ob dieser dann über weitere



© Bertrandt

Neuerungen der Abgasreinigungssysteme verfügt, synthetische Kraftstoffe oder Wasserstoff verbrennt, wird sich im Laufe der technologischen Entwicklung zeigen – auch unter Berücksichtigung der Emissionsgesetzgebung einzelner Länder und Regionen. Die Rahmenparameter, die Behörden den Herstellern auferlegen, um saubere Antriebskonzepte auf den Markt zu bringen, fließen in zukünftige Antriebskonzepte mit ein. Die Automobilindustrie steht also derzeit vor vielfältigen Herausforderungen. Helfen sollen dabei Testverfahren wie WLTP auf dem Prüfstand ergänzt durch RDE-Tests, bei denen die Schadstoffemissionen direkt auf der Straße gemessen

werden. Dazu kommen noch Emissionsmessungen ohne Motorbetrieb. Diese Verdunstungsemission (Evaporative emission, EVAP) wird in einem versiegelten Gehäuse (Sealed Housing for Evaporative Determination, SHED) geprüft. Um den immer höheren und komplexeren Entwicklung- und Prüfaufwand im Rahmen der gesetzlichen Forderungen zu beherrschen, werden zusätzlich hochgenaue Messsysteme und Prüfeinheiten benötigt. Zur Absicherung der zukünftigen Antriebskonzepte investierte Bertrandt jüngst in den Bau von hochmodernen Fahrzeug-Emissions-Prüfzentren in Freising bei München und Tappenbeck bei Wolfsburg. Die Zentren verfügen

auch über eine Höhenrolle inklusive Sonnenlichtsimulation und SHED.

NOTWENDIGES EQUIPMENT

Wer heute diverse Antriebsarten vollumfänglich vermessen möchte, muss einiges an Equipment bereitstellen, wie dies in den neuen Testzentren der Fall ist. Im Idealfall wird ein Allradrollenprüfstand benötigt, um alle Antriebsräder betreiben zu können. Die Klimatisierung erlaubt Temperaturen von -25 bis +45 °C. Zudem kann der Prüfstand Höchstgeschwindigkeiten messen und lässt Maximalbeschleunigung zu. Die vorhandenen Fahrzeugfesselungen erlauben das Prüfen von Fahrzeugen bis zu einer Größe eines leichten Nutzfahrzeugs und sind ausreichend für hochperformante Derivate dimensioniert. Für einige Tests, wie sie in China vorgeschrieben sind, benötigt der Prüfstand außerdem eine Sonnenlichtsimulation in der Prüfzelle. Höhenfahrten bis zu einer simulierten Höhe von 5000 m über NN sind ebenfalls als Standard gefordert.

Die auf dem Rollenprüfstand gemessenen Emissionen werden über verschiedene Systeme aufgezeichnet und mittels einer Analysesoftware verarbeitet. Zum Auslesen des Motorsteuergeräts und für den Zugriff auf die OBD-Schnittstelle müssen bestimmte Tools und Hardware vorhanden sein. Die aufgenommenen Messdaten werden an eine Datenbank überführt und vollautomatisch abgelegt, um sie vor nachträglichen Änderungen zu schützen.

Wichtige Elemente sind die Ladeinfrastruktur für rein batterieelektrische Fahrzeuge oder Hybride sowie die Evakuierungs- und Löschkonzepte für diese Autos.

Für Straßenfahrten im Rahmen einer RDE-Messreihe wird mobile Messtechnik (PEMS) im Fahrzeug installiert. Dieses meist modulare System besteht aus verschiedenen Komponenten. Dabei werden gasförmige Emissionen (CO, CO₂, NO, NO₂, N₂O und O₂) von Gas-PEMS, Partikelemissionen (Particle Number, PN) von PN-PEMS, Kohlenwasserstoffe (Total Hydrocarbon Content, THC) von Flammenionisationsdetektor(FID)-PEMS und der Abgasmassenstrom vom Exhaust Flow Meter (EFM) erfasst. Zudem werden ein GPS-Empfänger und ein Sensor zur Messung der Umgebungsbedingun-



Klima-Rollenprüfstand mit Höhenkammer



Konditionierfläche



SHED-Kammern

BILD 1 Prüfeinrichtungen zur Entwicklung und Absicherung von Antrieben für zukünftige Gesetzgebungen
(© Bertrandt)

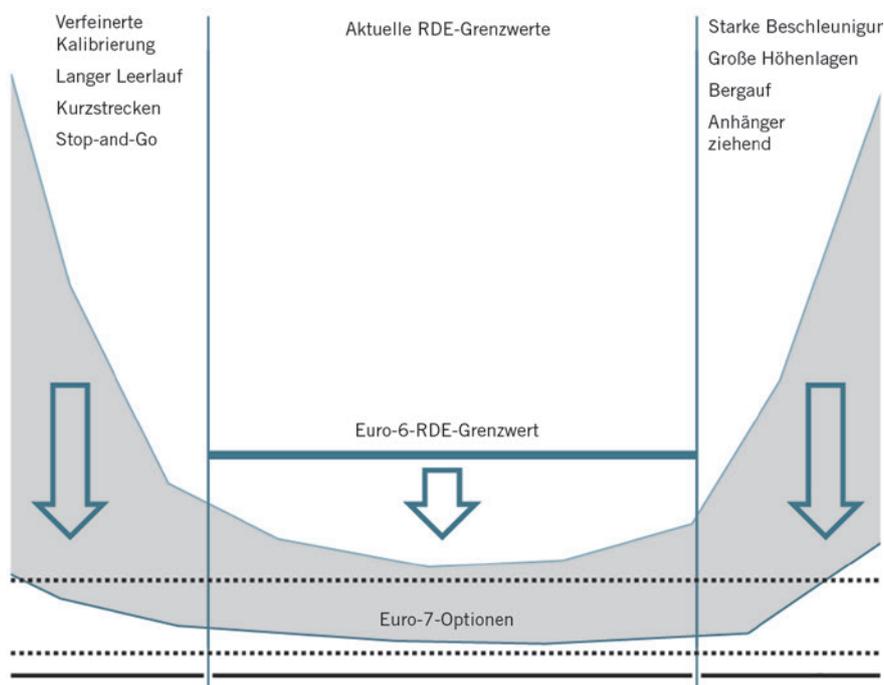
gen verbaut. Der gesamte Abgasstrom wird durch den EFM geleitet. Dabei ist zu beachten, dass keine Kunststoffbauteile verwendet werden, da deren Abrieb das Emissionsergebnis der Partikelmessung verfälschen könnte. Vor der Straßenmessung wird über eine Validierungsmessung auf dem Abgasrollenprüfstand

abgesichert, dass der Messaufbau im Fahrzeug allen Anforderungen entspricht.

WEITERE RANDBEDINGUNGEN

Durch die Verordnungen (EG) 443/2009 und (EU) 333/2014 beziehungsweise

(EU) 510/2011 und (EU) 253/2014 sind die CO₂-Emissionen für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge in Europa noch bis zum Jahr 2021 getrennt reguliert. Schon seit 2015 gilt für neu zugelassene Pkw im gewichtsbezogenen Mittel die Grenze von 130 g CO₂/km. Nach einem weiteren Zwischenschritt 2020 gilt seit diesem



Der CLOVE-Ansatz zur Emissionsbegrenzung berücksichtigt die Herausforderungen von Kurztests, Leerlauf und Stop-and-Go auf km-Basis

Grenzwertansatz: ein Budget bis 16 km und ein konstanter Wert in mg/km oder #/km über 16 km

Es wird eine Begrenzung der maximal entwickelten Leistung für die ersten 1 bis 2 km und 1 bis 2 min angewendet

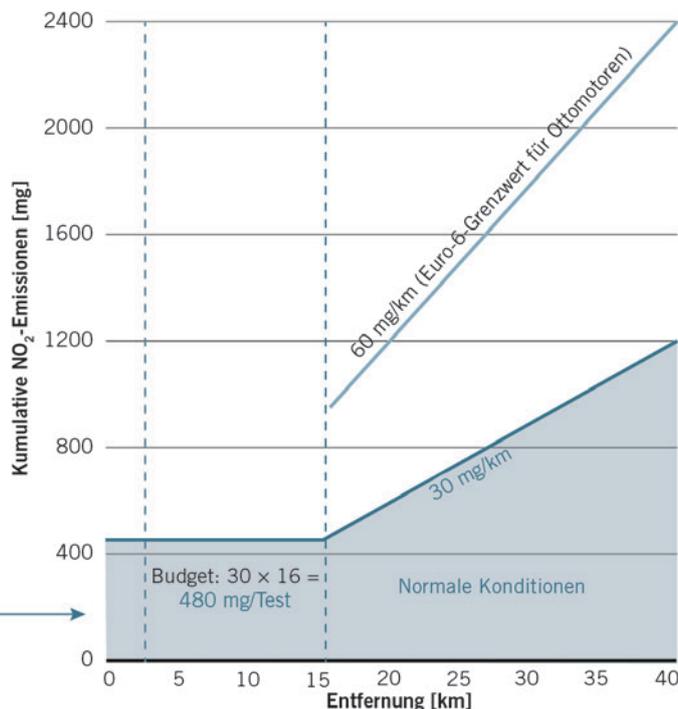


BILD 2 AECC-Demonstrator im Vergleich zu CLOVE (Consortium for ultra Low Vehicle Emissions)-Light-Duty-Szenarien (schematisch) (© AECC)

Jahr für die gesamte Flotte die verschärfte Anforderung von 95 g CO₂/km.

Vor den Messungen muss sichergestellt werden, dass die Konditionierflächen für die benötigten Temperaturbereiche vorrätig sind. Die entsprechende Messtechnik

wird mit Prüfgasen kalibriert, bevor es auf den Rollenprüfstand zum Korrelationsstest geht. Dieser stellt die Korrelation der Rollenprüfstands- zur Straßemessung her. Je nachdem, welche Messkampagnen auf der Straße gefahren

werden, muss das Fahrzeug wieder abkühlen. Erst danach kann die etwa 2,5 h dauernde Messfahrt starten. Dieser Vorgang wiederholt sich einige Male, und die Daten werden dann automatisch auf den Datenserver geladen.

Um die EVAP für spezielle länderspezifische Anforderungen ermitteln zu können, wird eine SHED-Kammer benötigt. Hiermit misst man, wie viele Kohlenwasserstoffe ein Fahrzeug im Zeitraum von 48 h aus seinem Kraftstoffsystem ausdünstet. Wie die oben beschriebenen Einrichtungen aussehen können, zeigt **BILD 1**.

AKTUELLE LEITPLANKEN

Für Pkw wurden die Randbedingungen mit der Einführung der Euro-6d-Norm verschärft. In den nächsten Abschnitten wird auf unterschiedliche Testprozeduren inklusive deren Randbedingungen eingegangen.

Der WLTP ist einer der aktuell bekanntesten Tests für Verbrennungsmotoren auf dem Rollenprüfstand in Kombination mit RDE. Die Tests auf der Straße bestehen zu jeweils einem Drittel aus Fahrten in der Stadt, Überland und auf der Autobahn. Das Fahrzeug muss im Weiteren unter verschiedenen Umweltbedingungen wie auch Fahrdynamiken vermessen werden. Hier werden nicht nur Kohlenmonoxid, Stickoxide und Rußpartikel, Batteriespannung, GPS-Ortung und die Luftmasse, sondern auch THC-Emissionen und fahrzeugeigene OBD-Größen aufgezeichnet.

Für alle ab dem Jahr 2021 neu zugelassenen Fahrzeuge darf der rechnerisch per OBD im Fahrzeug ermittelte Kraftstoffverbrauch um nicht mehr als 5 % von dem Wert abweichen, der in einem WLTP-Typ-1-Zertifizierungstest bei 23 °C auf dem Rollenprüfstand ermittelt wird.

Zudem müssen die Verbrauchsdaten wie Fahrzeug-, Motor-, Kraftstoff- und/oder Stromparameter mittels On Board Fuel Consumption Monitoring (OBFCM) in einem Langzeitspeicher abgelegt und über die OBD2-Schnittstelle bereitgestellt werden.

Die anonymisierten, aggregierten Datensätze müssen der entsprechenden Kommission in regelmäßigen Abständen zur Verfügung gestellt werden. NO_x-Emissionen dürfen maximal die gleiche

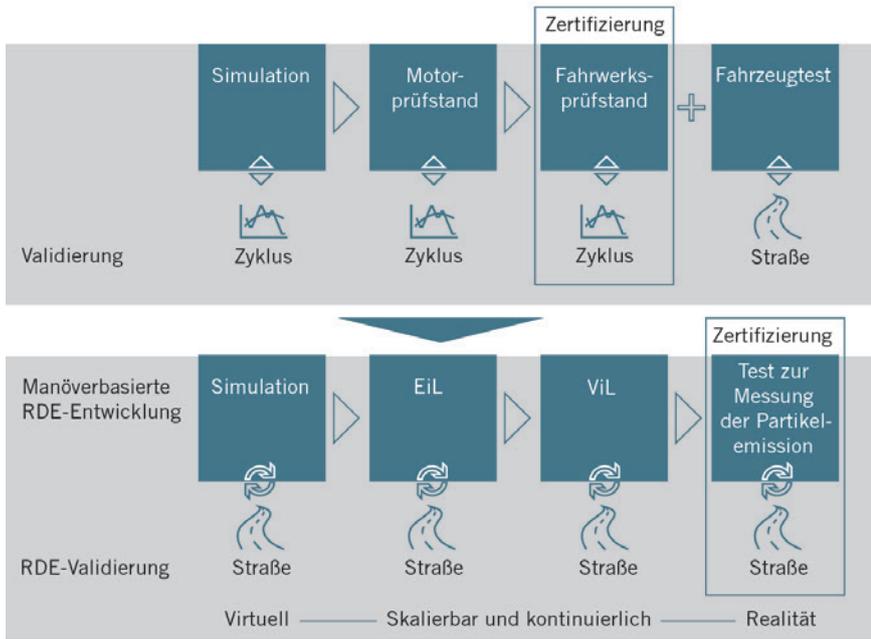


BILD 3 Antriebsstrangentwicklung für RDE von einer zyklusbasierten zu einer manöverbasierten Methodik (© Bertrandt)

Höhe des NO_x-Laborwerts betragen (bei Berücksichtigung der Messtoleranz von 0,5 entspricht das einem Maximalwert von 1,5).

Für die derzeit geltende Abgasnorm Euro-6d-ISC-FCM (Betriebskonformität, In-Service-Conformity, ISC; Kraftstoffverbrauchsüberwachung, Fuel Consump-

tion Monitoring, FCM) liegen die Grenzwerte für Stickoxide bei 80 (Diesel) und 60 mg (Otto) pro km. Für RDE liegt der Grenzwert für Ottomotoren bei 126, für Dieselmotoren bei 168 mg/km. Der Vorschlag der Advisory Group on Vehicle Emission sieht einen einheitlichen Grenzwert für die Zukunft von 30 mg/km nach WLTP vor.

ZIELSETZUNG MESSMETHODEN

Die Anwendung modernster Prüf- und Messtechnik in Kombination mit modernsten Automatisierungsmethoden, Sicherheitstechnik für die Anwendung von gasförmigen Kraftstoffen, Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge sowie Löschtechnik für Lithium-Ionen-Batterien muss sichergestellt werden. Nur so ist gewährleistet, dass jede Antriebsform vermessen werden kann.

Die Messmittel, die für Prüfungen im Death Valley (bei über 50 °C und extrem hoher Sonneneinstrahlung) oder einer Messung in großen Höhen (bis zu 5000 m über NN) benötigt werden, müssen hochauflösend und ausreichend genau sein, um den Rahmenpara-

Erhebliche Verstärkung der relativen Emission ergibt sich durch ...

Euro 6d (Modelljahr 22)
1,5 L GDI P2/P4
Nominale RDE-Bedingungen

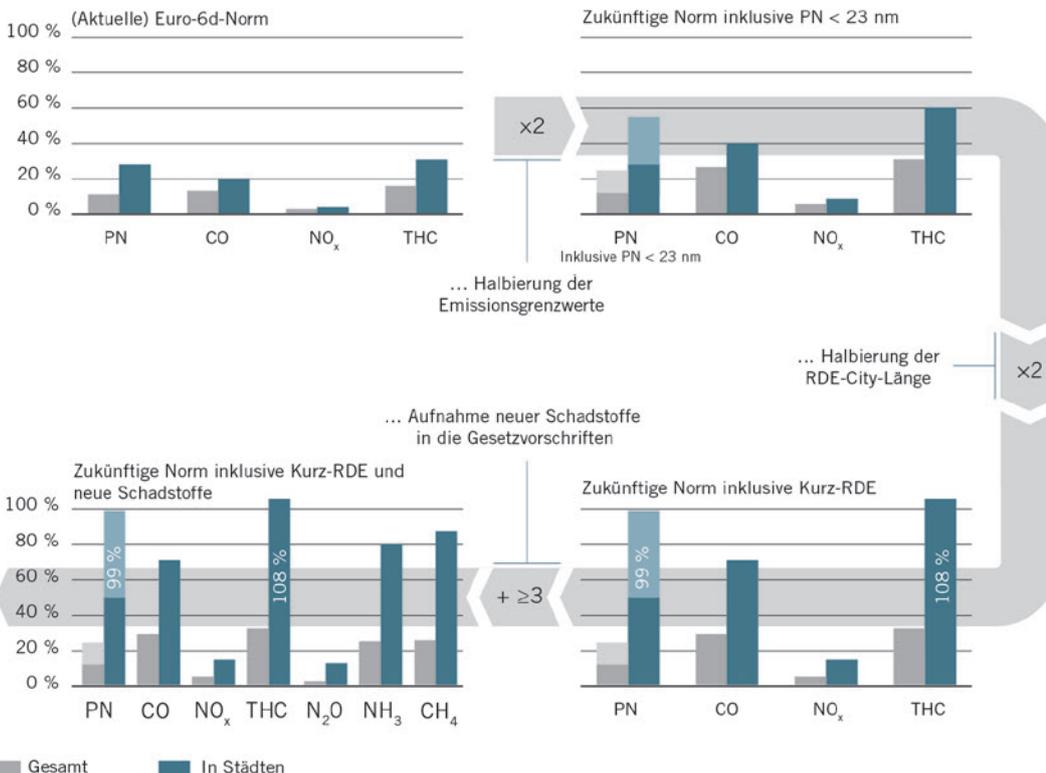


BILD 4 Relative Emissions-ergebnisse unter der Annahme der künftigen europäischen Emissionsgesetzgebung (© Bertrandt)

Schadstoff	CO	NMOG	NO _x	PM	PN10	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	HCHO
Einheit	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km	#/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km
Szenario 1									
Pkw und leichte Nfz	400	45	30	2	1x10 ¹¹	10	10	10	5
Leichte Nfz mit TPLML >2500 kg und Leistung <35 kW/t	600	45	45	2	1x10 ¹¹	10	10	10	5
Szenario 2									
Pkw und leichte Nfz	400	25	20	2	1x10 ¹¹	10	10	10	5
Leichte Nfz mit TPLML >2500 kg und Leistung <35kW/t	600	25	30	2	1x10 ¹¹	10	10	10	5

TABELLE 1 Ausblick auf Euro-7-Richtwerte für Verbrennungsmotoren (© Bertrand)

metern der Behörden zu genügen.

In **BILD 2** ist die Einschätzung der Beratergruppe für Fahrzeugemissionsnormen zu Euro 7 dargestellt. Die normale Nutzungsbedingung entspricht der moderaten RDE-Bedingung, die erweiterte Nutzung einer RDE-Worst-Case-Bedingung. Zudem kommen weitere Bemessungen, im Leerlauf und Stop-and-Go, in den ersten 16 km dazu.

BILD 3 veranschaulicht den prinzipiellen Entwicklungsprozess eines ICE-Konzepts im Rahmen der RDE-Entwicklung. Die jeweiligen Stationen verdeutlichen die Komplexität der Validierung. **BILD 4** zeigt die Konsequenzen unter der Annahme der künftigen europäischen Emissionsgesetzgebung insgesamt und für städtische Gebiete eines ICE-Antriebskonzepts auf. Das erste Balkendiagramm zeigt die ursprünglichen Emissionswerte, wie sie bei einer nominalen RDE-Fahrt auf einem Rollenprüfstand gemessen wurden.

Die Anwendung des niedrigeren Emissionsniveaus in Kombination mit der

kleineren PN führt bereits zu besonders kritischen PN- und THC-Emissionen.

Die mögliche Reduktion der städtischen Fahrstrecke um 50 % verdoppelt die stadtrelevanten Emissionsergebnisse.

Die erwartete neue europäische Emissionsgesetzgebung kann zu einer Erhöhung der relativen Emissionen um mindestens Faktor 4 bei RDE-konformen städtischen Fahrzyklen führen. Es wird deutlich, dass Gegenmaßnahmen durch Kalibrierung und Hardwarelösungen notwendig sind.

AUSBLICK

Während das klare Ziel der CO₂-Neutralität auf 2050 festgelegt wurde, haben die Mitgesetzgeber bereits 2019 ehrgeizige CO₂-Ziele für 2025 und 2030 vereinbart. Die EU-Kommission sieht beispielsweise vor, dass bis 2030 ein Großteil der verkauften Neuwagen emissionsarme Modelle sein sollen. Für den Zeitraum bis 2030 werden für flüchtige Kohlenwasser-

stoffe ohne Methan (Non Methane Organic Gases, NMOG) und NO_x signifikante Emissionsminderungen prognostiziert.

Eine Ableitung aus **TABELLE 1** zu den Euro-7-Richtwerten zeigt die Einführung neuer Grenzwerte für bisher nicht limitierte Schadstoffe, sowohl in Abgasen als auch beim Brems- und Reifenverschleiß. Des Weiteren müssen insbesondere Partikelfilter eine höhere Filtrationseffizienz und eine erweiterte Haltbarkeit liefern. Entwickler zukünftiger Antriebe müssen sich, um solche Messungen durchführen zu können, für die kommenden Jahre mit hochmodernem Equipment, hochauflösenden Messmitteln sowie Speichern für große Datenmengen ausrüsten.



READ THE ENGLISH E-MAGAZINE

Test now for 30 days free of charge:
www.mtz-worldwide.com